

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

**Скороїд Максим Юрійович**

УДК 004.352:[681.7.069.24:528.411](043.3)

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДВОВИМІРНИХ  
НОРМОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З МЕТОЮ ФОРМУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ  
МОДЕЛЕЙ РЕАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ**

151 – Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології

Автореферат  
Бакалаврської роботи  
на здобуття кваліфікації бакалавра  
з Автоматизації та комп'ютерно інтегрованих технологій

Миколаїв – 2019

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі автоматизації та комп'ютерно інтегрованих технологій

**Науковий керівник:**

Старший викладач  
кафедри автоматизації та комп'ютерно  
інтегрованих технологій  
Беліков Олександр Євгенович

**Рецензент:**

Кандидат технічних наук, доцент  
кафедри інтелектуальних інформаційних  
систем.  
Сіденко Євген Вікторович

**Консультант**

Доцент кафедри екології  
Щербак Юрій Георгійович

Захист відбудеться «21» червня 2019 р. о 10<sup>00</sup> год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-407) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З бакалаврською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «14» червня 2019 р.

Секретар  
екзаменаційної комісії,  
старший викладач

Жук І. Ю.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність** широке впровадження 3Д принтерів загострило проблему наявності 3Д моделей, для побудови моделі об'єкта складної форми необхідно провести клопиткі багато числові вимери.

Ця задача може бути спрощена за допомогою 3Д сканера.

**Метою** бакалаврською науковою роботою є побудова макету 3 вимірного сканера

**Об'єктом** дослідження є 3 вимірні 3Д сканери

**Предметом** дослідження є 3 вимірний сканер за методом лезорної триангуляції.

Для досягнення мети в бакалаврській роботі поставлені та вирішені наступні **задачі**:

- розповсюдження та застосування 3Д сканерів з подальшим друкуванням від сканованих об'єктів;
- аналіз існуючих аналогів 3Д сканерів;
- побудувати вдосконалений 3Д сканер.

**Апробація результатів** За результатами даної бакалаврської класифікаційної роботи було подано патент на корисну модель “Сканер об'ємних об'єктів”, номер заявки ц 2019 04585.

**Структура та обсяг роботи.** Бакалаврська наукова робота складається із вступу, трьох розділів, висновків. Загальний обсяг роботи складає 80 сторінки, 49 рисунків, 6 таблиць та 40 посилань на літературні джерела.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі магістерської наукової роботи обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено предмет та об'єкт дослідження.

У першому розділі були оглянуті різні види технології 3Д сканування які розрізняються між собою певними перевагами та недоліками, а також вартістю. 3Д сканери за скануванням бувають таких типів:

1) ультразвуковий де сканування об'єктів відбувається за допомогою ультразвукових датчиків. Перевагою цього методу є змога сканувати блискучі та темні об'єкти, недоліком цього методу є те що готовий результат сканування не містить інформацію про колір об'єкта, також під дією інших впливів (шумів) з'являються перешкоди під час сканування.

2) лазерний тріангуляційний метод, в якому сам процес сканування відбувається за допомогою лазерів та камери. Лазери світять на скануючий об'єкт, тим самим засвічуючи його об'єм, а камера фіксує положення світла лазера. Перевагою цього методу є те що під час сканування, сканується також колір об'єкта це робить сканування більш точнішим та реалістичнішим ніж ультразвуковий метод. Але недоліком цього методу є похибки при скануванні чорних та скляних об'єктів, тому що при скануванні чорних об'єктів світло лазерів поглинається та не відображається камерою, а при скануванні скляних об'єктів світло лазерів відбивається від об'єкту, із за цього з'являються похибки в результаті сканування.

3) метод структурованого світла, в цьому методі сканування, здійснюється за допомогою смужок світла які світлячи на об'єкт відображають його форму. Перевагами цього методу є дуже швидкий час сканування, велика площа сканування, та цілком безпечний для 3Д сканування людей та тварин. Недоліком цього методу є те що при скануванні блискучих об'єктів з'являються похибки.

Також були досліджені аналоги 3Д сканерів які використовують метод лазерної тріангуляції і структурованого світла:

1) **Matter & Form V2** Цей 3D сканер був розроблений канадською фірмою Matter & Form, їхній сканер використовує лазерно триангуляційний метод сканування об'єктів з максимальними розмірами, діаметром 18 см і висотою 25см, та з точністю 0.1мм.

2) **Einscan SE.** 3Д сканер від китайської компанії Shining3D. Це хороший сканер для новачків та офісного 3Д друку. Він сканує об'єкти структурованим світлом білим і невидимим що робить його набагато безпечнішим. Діапазон його роботи складає 700 x 700 x 700 мм та сканує з точністю 0.1 мм.

3) **RangeVision smart.** Цей 3Д сканер працює за технологією структурованого світла та був розроблений російським виробником RangeVision. Його точність сканування 0.1 мм та максимальний розмір робочої поверхні 500 x 375 мм.

Також було досліджено де використовуються 3Д сканери. 3Д сканери використовуються в медицині, вчасності в протезуванні, для створення точних 3Д частин тіла з подальшою побудовою протезів для людини. Сканування тіла не тільки прискорює процес створення протезу, а й робить його набагато точнішим ніж інші методи його створення. Також 3Д сканування в медицині використовується при моделюванні та плануванні пластичної хірургії, також комп'ютерну томографію (КТ) можна віднести до 3Д сканування тому що КТ являє собою спеціальний метод медичної візуалізації, який створює тривимірне зображення внутрішнього простору об'єкта з використанням серії двомірних рентгенівських знімків. За аналогічним принципом працює магнітно-резонансна томографія – це ще один метод візуалізації в медицині, який відрізняється більш контрастним зображенням м'яких тканин тіла (таких як мозок, серцево-судинної системи та т.д.).

Також велике застосування 3Д сканерів є у виробництві. Для сканування різногабаритних запчастин з великою точністю, наприклад на виробництві сучасних автомобілів де потрібно розробляти велику кількість запчастин які повинні кріпитися між собою. Мало того ті запчастини повинні бути виготовлені з металу та відповідати великою точністю. Із-за тертя та інших механічних процесів, при виготовленні, ця цифрова модель може трохи відрізнитися від реального об'єкта. Щоб

автоматично записувати і оцінювати ці відхилення, вироблені деталі повинні бути повторно відскановані.

Застосування 3Д сканування є найпоширенішим для використання у створенні фільмів та відеоігор. Всі люди різні, вони бувають різного зросту, статури. Тому для швидшого та якісного будування їхніх 3Д моделей використовують 3Д сканери. Це дає змогу заощадити час для створення їх 3Д моделей та підняти якість фільмів і відеоігор на новий рівень.

Ще 3Д сканування використовують архітектори для реставрацій різних будинків, об'єктів а також для сканування різних вікових цінностей щоб у разі якогось випадку були дані цього об'єкту.

**У другому розділі.** Було розроблено ескіз вдосконаленого 3Д сканеру. Також був зроблений вибір блоків до якого входять: лазери, камера, 3 крокові двигуни та драйвера для них, мікроконтролер для управління всієї системи, USB кабель для підключення мікропроцесора к комп'ютеру, щоб робити сканування за допомогою допоміжних програм.

За даними блоків було побудовано структурну схему яка зображена на Рисунку 1.

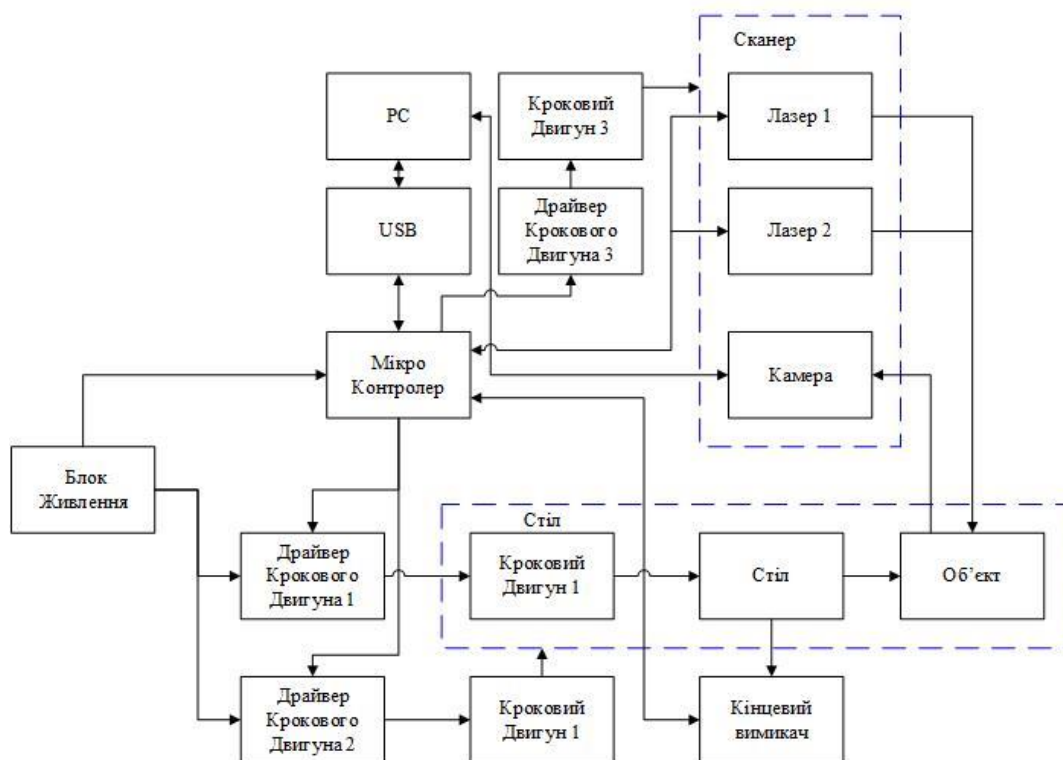


Рисунок 1 – Структурна схема 3Д сканеру

ЗД сканер працює наступним чином: Блок живлення подає живлення на Мікроконтролер, Мікроконтролер подає сигнал щоб встановити Стіл в нульове положення за допомогою Кінцевого вимикача. Переміщення Столу відбувається при оберті шпильки яка робить оберти за допомогою крокового двигуна. Кроковий двигун керується драйвером крокового двигуна №2. Мікроконтролер подає сигнал Лівому Лазеру та Правому Лазеру встановлюючи Лазери в нульове положення за допомогою Крокового двигуна №3 який своїми обертами обертає шпильку з двома валами яку переміщують Лазери по напрямляючим в нульове положення. За допомогою ПК з допоміжною програмою встановлюється бажана відстань Столу та Лазерів. Від ПК подається сигнал на Мікроконтролер. Мікроконтролер дає команду виставити відстань між Столом та відеокамерою на положення задане користувачем. Що призводить до подачі живлення на кроковий двигун від Блока живлення через Драйвер крокового двигуна «№2». Коли Стіл встановлюється на необхідну відстань тоді Мікроконтролер подає сигнал на встановлення відстані для Лівого Лазера та Правого Лазера. Рух Лівого Лазера та Правого Лазера здійснюється за допомогою шпильки на якій половина різьби виточена за часової стрілки, та половина проти часової стрілки. Оберт шпильки буде здійснюватися при допомозі Крокового двигуна №3. При оберті шпильки Лівий Лазер та Правий Лазер будуть одночасно змінювати відстань відносно їхньої опори (тобто розходитись чи сходитись відносно центру пристрою в якому встановлена відеокамера). Після натиску кнопки Сканування на ПК, ПК передає сигнал сканувати об'єкт на Мікроконтролер, Мікроконтролер вмикає Лівий Лазер та/або Правий Лазер. Відеокамера яка підключена по USB роз'єму до ПК отримує команди на фотографування об'єкту. Після знімку Камери знімок передається по USB роз'єму до ПК, коли ПК отримав знімок тоді ПК передає сигнал мікроконтролеру обернути стіл на певний кут крокового двигуна, і так поки стіл не обернеться на  $360^\circ$  тоді закінчиться сканування, та вимикається живлення Лівого Лазера та/або Правого лазера. Кількість кадрів яку робить пристрій під час сканування пропорційне кроку повороту, тобто, якщо крок повороту складає  $\square 1^\circ$ , то кількість знімків відеокамери

складе 360 шт. Після отримання всіх знімків програма забезпечення обробляє зображення та поєднує їх у одну об'ємну модель.

За структурною схемою було побудовано приблизний алгоритм роботи 3Д сканера. Алгоритм роботи 3Д сканера показаний на рисунку 2.



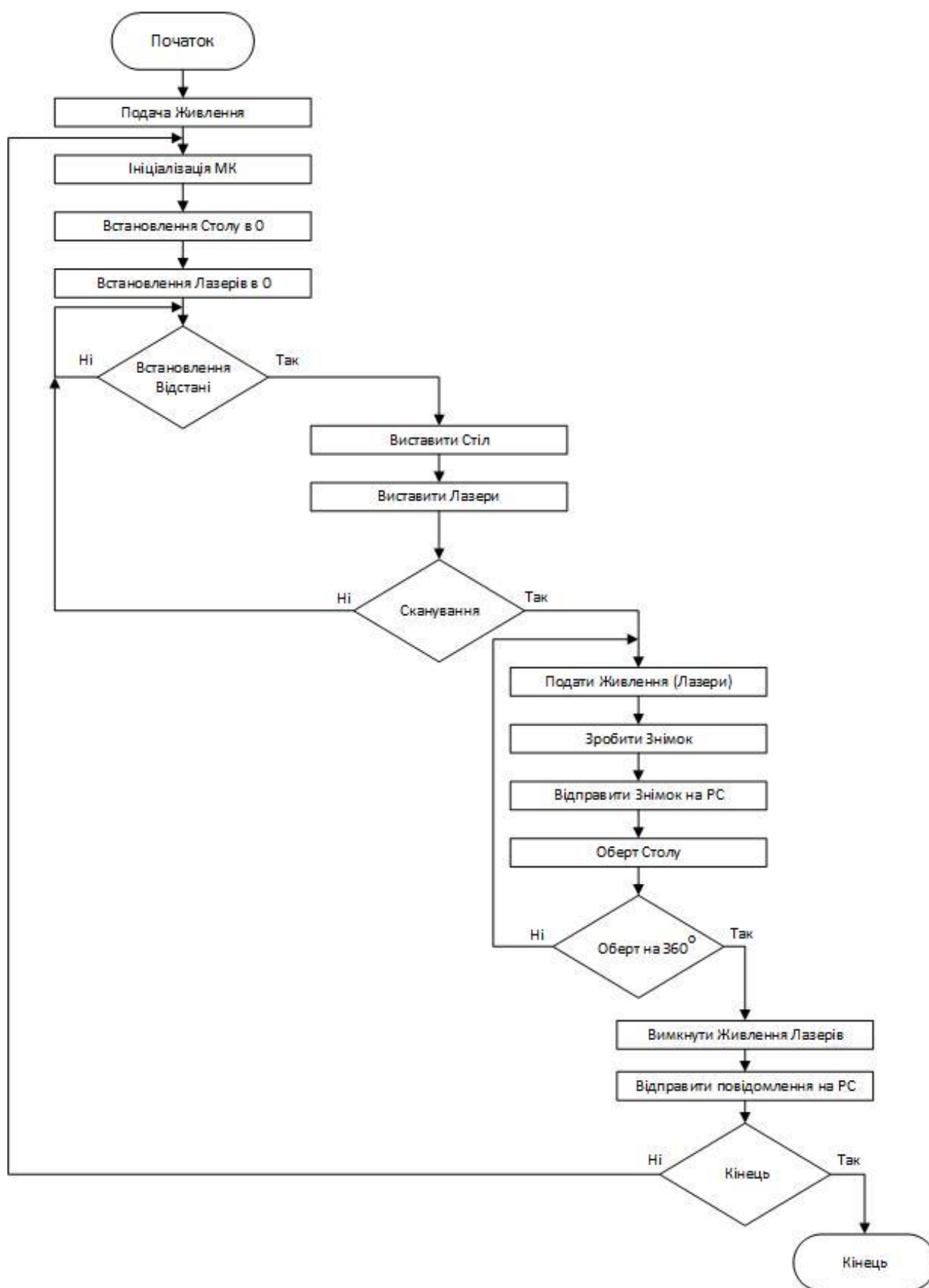


Рисунок 2 — Блок-схема алгоритма роботи 3Д сканера

3Д сканер вмикається, тим самим подається на нього живлення 12 В та 1.7А, потім вмикається мікроконтролер. Він робить першу команду встановити

положення столу та лазерів в 0, це робиться для того щоб дізнатися де саме знаходяться стіл та лазери. Потім ми в програмі на комп'ютері вибираємо приблизні габарити деталі щоб 3Д сканер міг підібрати най оптимальніші параметри для скануючої деталі. Після вибору параметрів стіл та лазери змінять своє розташування за допомогою крокових двигунів. Потім буде запропоновано зробити сканування об'єкту. При виборі сканування розпочнеться сканування об'єкту. Сканування проходить таким чином: 1) спочатку подається живлення на лазери ( вони починають сяяти); 2) потім робиться знімок об'єкту, цей знімок відправляється на комп'ютер у вигляді даних; 3) після знімку робиться оберт столу на  $0.45^\circ$ , та всі операції сканування повторюються доки стіл не оберне об'єкт на  $360^\circ$ . Коли стіл зробить оберт на  $360^\circ$  тоді сканування закінчиться, буде вимкнено живлення лазерів та відправиться повідомлення на комп'ютер про завершення сканування, де буде запропоновано зберегти результат сканування. Якщо результат задовольнив користувача то при закінченні роботи треба від'єднати прилад від живлення, або повернутися до ініціалізації мікроконтролера.

3Д сканер не робить готову 3Д модель після сканування. Так як сканує всі об'єкти які захоплює камера. Хоча камера фокусується зазвичай на об'єкті сканування, результат сканування може бути з похибками. Тому 3Д сканер робить хмару точок в просторі, які після сканування потрібно перетворити на 3Д модель. Для маніпуляцій з хмарию точок чудово підходить комп'ютерна програма MeshLab в ній можна не тільки перетворити хмару точок в модель але й покращити скануємий результат. В MeshLab можна редагувати хмару точок видалити дефекти сканування, тим самим відтворити ідеальну хмару точок в просторі. Чим ідеальніше будуть розташовані точки в просторі тим краще отримається 3Д модель скануючогося об'єкту яку потім можна надрукувати на 3Д принтері.

**У третьому розділі** бакалаврської роботи були досліджені правила поведження людини з вогнем, запобігання лазерного випромінення людини, також був зроблений розрахунок вентиляції приміщення.

## **Висновки**

В результаті виконання дипломної роботи:

1. Під час дослідження аналогів 3Д сканерів які використовують: лазерно тріангуляційний, або структуровано світловий метод сканування, були виявлені їхні переваги та недоліки. За недоліками було вирішено побудувати вдосконалений 3Д сканер, який не буде обмежувати розміри скануючого об'єкту.

2. На основі сучасних методів побудови 3Д сканерів був вибраний метод лазерної тріангуляції, та за вибраних блоків був побудований вдосконалений 3Д сканер.

3. Під час дослідження було виявлено що сканер погано сканує скло та чорні об'єкти.

4. Для кращого сканування потрібне додаткове штучне освітлення скануючого об'єкта.

## АНОТАЦІЯ

**Скороїд М.Ю.** Автоматизований прилад для отримання двовимірних нормованих зображень з метою формування тривимірних моделей реальних об'єктів. – Кваліфікована робота бакалавра зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології на здобуття кваліфікації «бакалавра з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2019.

3D-сканер являє собою спеціальний пристрій, який аналізує певний фізичний об'єкт або простір в якому знаходиться об'єкт, для отримання даних про форму об'єкту сканування та в деяких випадках, також отримує дані про його зовнішній вигляд (Наприклад, про колір). Зібрані дані надалі застосовуються для створення цифрової тривимірної моделі цього об'єкта.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання.

У вступі визначається актуальність теми, наведені задачі, які заплановано вирішити для досягнення поставленої мети. У першому розділі були оглянуті різні види технології 3Д сканування які розрізняються між собою певними перевагами та недоліками. Також були досліджені аналоги 3Д сканерів які використовують метод лазерної тріангуляції і структурованого світла. Було досліджено де та як використовуються 3Д сканери в медицині та виробництві. У другому розділі було створено ескіз вдосконаленого 3Д сканеру, побудовано структурну схему приладу та блок схему алгоритму його роботи. У третьому розділі бакалаврської роботи були досліджені правила поведження людини з вогнем, запобігання лазерного випромінювання людини, також був зроблений розрахунок вентиляції приміщення.

Бакалаврська робота містить 80с. (без додатків), 49 рис., 6 табл., 40 джерел посилання.

**Ключові слова:** 3Д сканери, лазерна тріангуляція, лазер.

## SUMMARY

**Skoroid M.Yu.** Automated device for obtaining two-dimensional normalized images in order to form three-dimensional models of real objects. - Qualified work of a bachelor in specialty 151 Automation and computer-integrated technologies for qualification " Bachelor of Automation and Computer-Integrated Technologies ".. – Black Sea National University named after Petro Mohyla, 2019.

A 3D scanner is a special device that analyzes a particular physical object or space in which an object is located, to obtain information about the scan object's form, and in some cases also obtains information about its appearance (for example, the color ) The collected data is further used to create a digital 3D model of this object.

Explanatory note of bachelor work consists of an introduction, three sections, conclusions, list of sources of reference.

The introduction determines the relevance of the topic, sets out the tasks that are scheduled to be solved to achieve the goal. In the first section, various types of 3D scanning technologies were examined which differ in certain advantages and disadvantages. Analogues of 3D scanners using the method of laser triangulation and structured light were also studied. It was explored where and how to use 3D scanners in medicine, in production, in architecture, as well as for the creation of films and video games. In the second section a sketch of an improved 3D scanner was created, a structural diagram of the device and a block diagram of the algorithm of its work were constructed. In the third section of the bachelor's work, the rules of human behavior with fire, the prevention of laser radiation of humans were studied, as well as the calculation of ventilation of the premises.

Baccalaureate work contains 80 pp. (without appendixes), 49 fig., 6 tabl., 40 sources of reference.

Keywords: 3D scanners, laser triangulation, laser.